

УДК 616-089.819: 616.833.15

ДИФФУЗИОННО-ТЕНЗОРНАЯ МРТ ПРИ ТРИГЕМИНАЛЬНОЙ НЕВРАЛГИИ, ВЫЗВАННОЙ ВАЗОНЕВРАЛЬНЫМ КОНФЛИКТОМ

¹Д. А. Рзаев, ^{1,2}М. Е. Амелин, ^{1,2}Г. И. Мойсак, ^{1,3}Е. В. Амелина, ⁴Л. О. Дегтярева¹Федеральный центр нейрохирургии, г. Новосибирск, Россия²Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия³Институт вычислительных технологий СО РАН, г. Новосибирск, Россия⁴Новосибирский государственный медицинский университет, г. Новосибирск, Россия

DIFFUSION-TENSOR MRI IN TRIGEMINAL NEURALGIA CAUSED BY NEUROVASCULAR CONFLICT

¹J. A. Rzaev, ^{1,2}M. E. Amelin, ^{1,2}G. I. Moysak, ^{1,3}E. V. Amelina, ⁴L. O. Degtyareva¹Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia³Institute of Computational Technologies, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia⁴Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

© Коллектив авторов, 2017 г.

Диффузионно-тензорная визуализация (DTI) на современных МР-томографах стала перспективным инструментом для построения и оценки ориентации трактов в белом веществе мозга. Наиболее частой причиной развития тригеминальной невралгии (ТН) является контакт между сосудистыми и нервными структурами с их компрессией. Важное место в патогенезе боли занимают структурные изменения, связанные с демиелинизацией нервных волокон вследствие компрессии. Изучение структурных изменений корешка тройничного нерва (КТН) при тригеминальной невралгии, обусловленной нейроваскулярным конфликтом, может прояснить влияние компрессии в патогенезе ТН. Цель данного исследования — оценка изменений фракционной анизотропии в тройничном нерве при сосудистой компрессии. В исследование были включены 33 пациента с тройничной невралгией, часть из которых имела предшествующие манипуляции на больной стороне на нерве в анамнезе. Всем больным выполнена микроваскулярная декомпрессия. При оценке однородности структуры КТН по данным DTI выявлено, что степень снижения анизотропии связана со степенью компрессии нерва сосудом. В группе пациентов с вмешательствами на КТН и/или гассеровом узле в анамнезе наблюдалось более значимое снижение ФА на пораженной стороне. Полученные данные позволяют говорить о том, что DTI может помочь при выборе тактики лечения, позволяя связать изменения в нерве с сосудистой компрессией и степенью ее выраженности.

Ключевые слова: диффузионно-тензорная визуализация, фракционная анизотропия, тригеминальная невралгия, микроваскулярная декомпрессия.

Diffusion-tensor imaging in modern MR units is perspective tool for creation of tracts of brain white matter. Most often reason for trigeminal neuralgia (TN) is vascular compression. Very important part in pain pathogenesis is played by structural changes, due to demyelination of trigeminal nerve root, caused by compression. Studying of structural changes of trigeminal nerve root in trigeminal neuralgia with DTI could clear influence of vascular compression for development of TN. The aim of this study was to estimate fractional anisotropy changes in trigeminal nerve root. Study included 33 patients with TN, who underwent microvascular decompression. Some of patients also had manipulation on trigeminal nerve root in anamnesis. It was revealed that fractional anisotropy (FA) is linked with compression degree and TN type — the less FA the higher the degree. After estimation of DTI it was revealed that FA is the less when patient had on trigeminal nerve root in anamnesis. Obtained data show changes that DTI could be helpful in choice of treatment tactics, allowing to demonstrate link of trigeminal root changes with compression.

Key words: diffusion-tensor imaging, trigeminal neuralgia, fractional anisotropy, microvascular decompression.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2017-3-19-25>

Введение. Диффузия воды в биологических тканях является высокоупорядоченным процессом. В отличие от свободной жидкости диффузия воды

ориентирована строго вдоль хода биологических структур, к примеру, вдоль хода аксональных волокон в белом веществе мозга. Упорядоченная диффу-

зия воды является свойством только здоровых тканей. При некрозе, воспалении, кровоизлиянии упорядоченное движение воды нарушается [1, 2].

Характеристики тканевой диффузии можно измерить с помощью МРТ. Для построения модели диффузии необходимо собрать информацию не менее чем по шести направлениям, а затем построить тензор — вектор пространственной ориентации — этот процесс выполняется в каждом вокселе изображения. Увеличение количества направлений сбора информации увеличивает и время сканирования, необходимое для получения трехмерного изображения пучка аксональных волокон.

Одинаковая длина основного и побочного векторов указывает на то, что по всем направлениям диффузионный процесс одинаков. Такая субстанция является изотропной, ее свойства не меняются от направления изменения диффузии. В анизотропной субстанции есть преобладающий вектор диффузии воды. Одним из наиболее часто используемых измерений для характеристики диффузивности является фракционная анизотропия (ФА), которая может располагаться в интервале от 0 до 1 (1000). Значение диффузии 1 (1000) означает, что все диффузионное движение воды ориентировано только в одну сторону [1–4]. Как уже упоминалось, в биологических системах миграция молекул воды происходит во всех направлениях, но одно из направлений является преобладающим, причем значительно. Эта миграция молекул воды в различных направлениях при одном преобладающем позволяет оценить такой феномен, как фракционная анизотропия (ФА). Количественное измерение ФА дает новые возмож-

шающих методик трактографии, собирающих данные о диффузии воды в нескольких направлениях на небольшом участке ткани.

Интерес к изменениям структуры нервов у пациентов с тригеминальной невралгией (ТН) стал основой для данной работы, позволяя взглянуть на проблему с точки зрения нового метода диагностики.

В мировой литературе наиболее частой и вероятной причиной развития тригеминальной невралгии признан контакт между сосудистыми и нервными структурами с их компрессией [5, 6]. Важное место в патогенезе боли занимают структурные изменения, связанные с демиелинизацией нервных волокон вследствие компрессии [7]. Таким образом, изучение структурных изменений корешка тройничного нерва (КТН) при тригеминальной невралгии, обусловленной нейроваскулярным конфликтом, может прояснить влияние компрессии в патогенезе ТН.

Цель: оценка изменений фракционной анизотропии в тройничном нерве при сосудистой компрессии по сравнению со здоровой стороной и определение связи выраженности этих изменений при разных видах и степени компрессии.

Материалы и методы. В исследование были включены 33 пациента (22 женщины и 11 мужчин) в возрасте от 26 до 80 лет (среднее значение — 59 лет, медианное — 61, нижний и верхний квартили — 55 и 65 лет). Всем больным выполнена микровазкулярная декомпрессия (МВД) КТН из ретросигмоидного доступа в ФГБУ Федеральный центр нейрохирургии г. Новосибирск в 2015–2016 гг. У 29 (87,8%) больных диагностирован 1-й тип, у 4 (12,2%) — 2-й тип ТН по К. Burchiel (2003) (рис. 1).

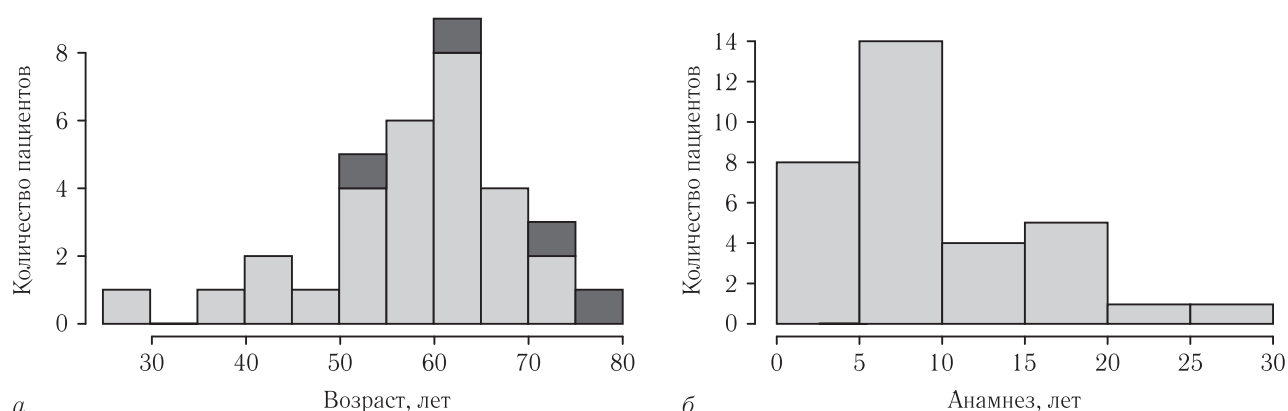


Рис. 1. Гистограмма возраста пациентов (а, ■ — пациенты со 2-м типом ТН); б — длительность анамнеза

ности в оценке высокоорганизованных проводящих структур, таких как нервные волокна в нормальном и патологическом состоянии.

Диффузионно-тензорная визуализация (DTI) на современных МР-томографах стала многообещающим и перспективным инструментом для построения и оценки ориентации трактов в белом веществе мозга. Довольно сложной задачей является оценка деликатных нервных структур, таких как тройничный нерв, так как это требует высокоразре-

Длительность заболевания у пациентов до госпитализации составила от 1 мес до 30 лет, в среднем 10 лет, нижний и верхний квартили — 6 и 15 лет (рис. 1).

У большинства пациентов, включенных в исследование, болевой синдром характеризовался высокой резистентностью к противосудорожным препаратам (5 баллов по шкале BNIPS у 12 из 33 больных) либо недостаточным купированием боли на фоне приема препаратов (4 балла — у 15 пациентов) [8]. Для оценки интенсивности болевого синдрома

до и после вмешательства также применяли русскоязычную версию опросника Brief Pain Inventory — Facial (BPI-Facial) [9]. Показатели опросника до операции колебались от 51 до 161 балла.

У 15 из 33 больных (45,5%) в прошлом были выполнены деструкции на тройничном нерве (табл. 1).

Таблица 1

Количество предыдущих деструктивных операций

Показатель	Количество деструктивных вмешательств				
	1	2	3	4	5
Количество пациентов	5	4	2	2	2

Из них в 8 случаях ранее были проведены деструкции на КТН или Гассеровом узле (радиохирургия, радиоча-

ни выраженности компрессии тройничного нерва во время вмешательства применяли шкалу M. Sindou и соавт. (2002) [10] (табл. 3).

Статистические методы. Числовые данные в статье представлены в виде среднего/медианы (нижнего; верхнего квартилей). Для сравнения двух независимых выборок использовались двухсторонний критерий Манна–Уитни.

При иллюстрации результатов использовали диаграммы типа «ящик с усами», где представлены медиана, интерквартильный размах, наибольшее/наименьшее выборочное значение, находящееся в пределах расстояния 1,5 значения интерквартильного размаха и выбросы. Расчеты проводили с использованием версии 3.3.3 программного обеспечения R [11].

Таблица 2

Параметры используемых последовательностей при МР-исследовании

Параметры	T2-CISS	T1	DTI
TR	6,4	500	6700
TE	4,2	16	1240
Толщина среза			
Количество срезов	72	192	50
b value	—	—	0/1000
Число направлений сбора данных при диффузии	—	—	64
FOV	110×110	110×110	110×110
Пространственное разрешение	0,8×0,8×1,0	1,0×1,0×1,2	2,0×2,0×2,0
Время сканирования	04:32	05:17	11:25

Таблица 3

Распределение степеней компрессии среди пациентов по шкале M. Sindou и соавт.

Степень компрессии	Описание	Количество больных
1	Сосуд контактирует с нервом	9
2	Сосуд дислоцирует нерв	4
3	Сосуд вызывает видимую атрофию нерва в месте контакта	20

стотная деструкция, криодеструкция), в 7 — на периферических ветвях тройничного нерва.

Для визуализации нервных структур и оценки компрессии пациентам проведено исследование структур задней черепной ямки с помощью последовательности T2 3D-CISS (FIESTA) на 1,5T МР томографе (Siemens Magnetom Avanto).

Для получения анатомической модели тройничного нерва, на которую можно было бы наложить данные диффузионно-тензорной визуализации, выполняли тонкосрезовую изовоксельную T1-ВИ в аксиальной плоскости, а затем выполняли диффузионно-тензорное исследование высокого разрешения (параметры последовательностей представлены в табл. 2).

Во время операции у всех пациентов был выявлен нейроваскулярный конфликт с КТН. Наиболее часто встретилась сочетанная компрессия (14 (42,4%) случаев), реже — артериальная (11 (33,3%)) и венозная (8 (24,2%)). Для оценки степе-

Результаты и их обсуждение. У всех пациентов на стороне поражения отмечено статистически значимое ($p < 10^{-10}$) снижение фракционной анизотропии по сравнению со здоровой стороной. Показатели ФА на больной стороне составили 423/412 (389;451), на здоровой — 669/675 (646;689) (рис. 2).

При сравнении различных вариантов компрессии КТН сосудами выявлено некоторое отличие (рис. 3, а). Артериальная компрессия сопровождалась снижением ФА до 413/412 (377;445), венозная — 444/438 (415;474). При сочетании артериальной и венозной компрессии ФА составила 420/401 (389;423). Несмотря на то, что уровень статистической значимости не был достигнут ($p = 0,13$), ФА имела тенденцию к более высокому значению в группе без артериальной компрессии. Можно предположить, что пульсация артериального сосуда оказывает более значимое воздействие на оболочки КТН, что сопро-

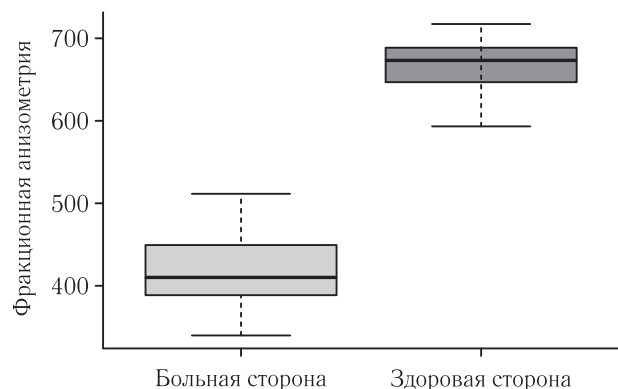
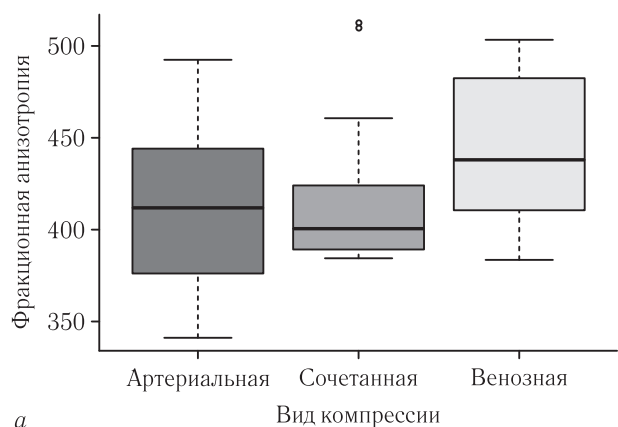
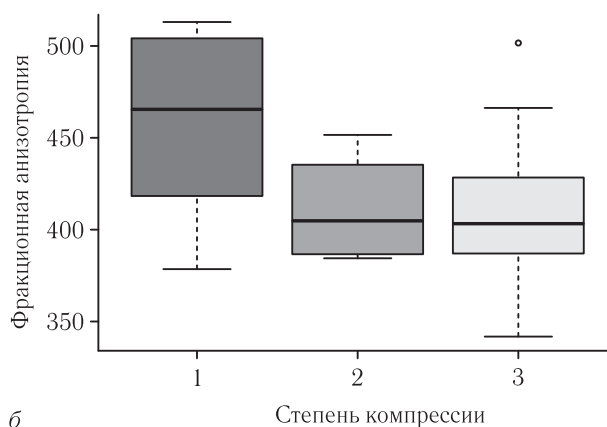


Рис. 2. Различия фракционной анизотропии в тройничном нерве здоровой и больной сторон



a

Вид компрессии



б

Степень компрессии

Рис. 3. Фракционная анизотропия на больной стороне в зависимости от вида (*a*) и степени (*б*) компрессии

вождается снижением показателей ФА. Однако данный вопрос требует дальнейшего исследования на большей выборке.

При оценке однородности структуры КТН по данным DTI выявлено, что степень снижения анизотропии связана со степенью компрессии нерва сосудом (табл. 4).

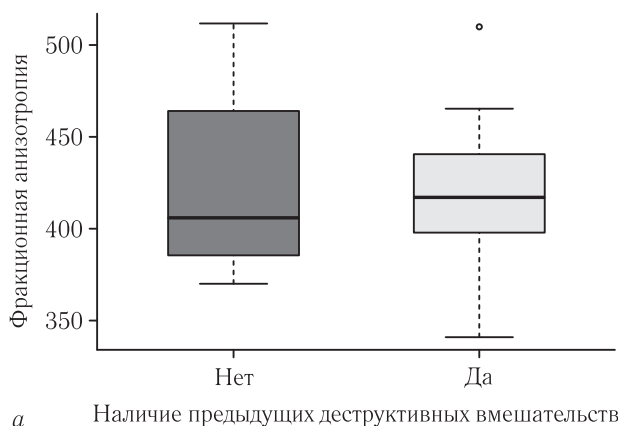
При этом статистически значимое отличие наблюдалось в группах с 1-й степенью и 2–3-й степенью компрессии, которые характеризуются выраженным воздействием на КТН в виде его смещения, дефор-

Таблица 4

Фракционная анизотропия при различных степенях компрессии корешка тройничного нерва

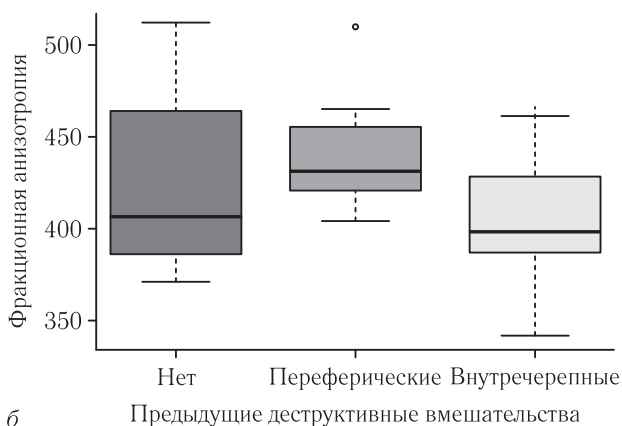
Степень компрессии по шкале M. Sindou и соавт.	ФА на пораженной стороне
1 (9 случаев)	457/465 (418;504)
2 (4 случая)	411/405 (388;428)
3 (20 случаев)	410/403 (387;426)

Кроме того, при изучении зависимости показателей ФА от типа ТН определяется большее снижение



a

Наличие предыдущих деструктивных вмешательств



б

Предыдущие деструктивные вмешательства

Рис. 4. ФА в зависимости от наличия/отсутствия деструктивных вмешательств у больных в анамнезе (*a*) и их видов (*б*)

мации и образования экскавации на поверхности нерва ($p=0,02$) (рис. 3, б).

ФА при ТН 2-го типа ($p=0,25$), однако данное исследование включало лишь 4 пациентов (рис. 5).

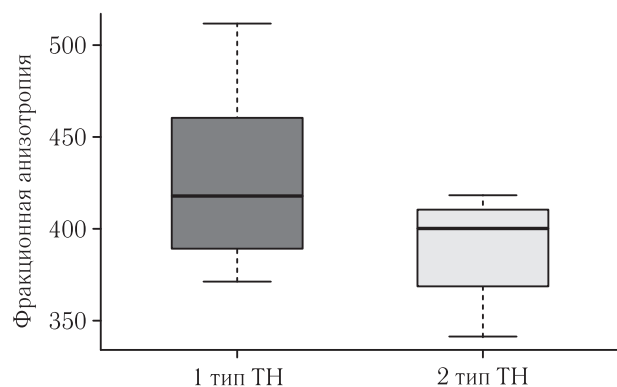


Рис. 5. Показатели фракционной анизотропии при 1-м и 2-м типе ТН

Для уточнения этих отличий необходимо дальнейшее изучение вопроса.

Клинический пример. Пациентка М. 70 лет поступила с левосторонней тригеминальной невралгией, тип I по К. Burchiel. Длительность анамнеза лицевой боли до вмешательства составила 20 лет. По данным DTI до операции отмечено выраженное снижение ФА на больной стороне (407) по сравнению со здоровой (637) (рис. 6).

На операции во время ревизии корешка тройничного нерва была обнаружена сочетанная сосудистая компрессия ВМА, ПНМА, каменистой веной и веной моста с выраженной степенью компрессии (3-я степень по М. Sindou и соавт.). После вмешательства боль в области лица купировалась, спустя 6 мес после операции пациентка сообщила об отсутствии боли.

Сосудистая компрессия черепных нервов вызывает повреждение нервных волокон и их демиелинизацию, что, в свою очередь, приводит к изменению характера проведения импульса по нервным волокнам [7]. Клиническим проявлением этих нарушений является боль в области лица. Болевой синдром может возникать также и в случае демиелинизации зоны выхода корешка из моста мозга без наличия компрессии нерва сосудом, например, при рассеянном склерозе [6, 12].

В небольшом исследовании Herweh и соавт. была продемонстрирована корреляция между значениями фракционной анизотропии больной и здоровой сторон при исследовании на томографе с напряженностью поля 1,5 Тл. Исследование вовлекало небольшое количество человек (7 здоровых добровольцев и 6 пациентов с тригеминальной невралгией, вызванной компрессией сосуда) и показало снижение фракционной анизотропии на пораженной стороне как по сравнению со здоровой стороной, так и по сравнению со здоровыми субъектами [13]. Также авторам удалось провести исследование DTI после микроваскулярной декомпрессии одному из пациентов с ТН, они отметили у него повышение показателей ФА после вмешательства.

С нашими данными согласуются результаты Lutz и соавт. [14], полученные группой исследователей

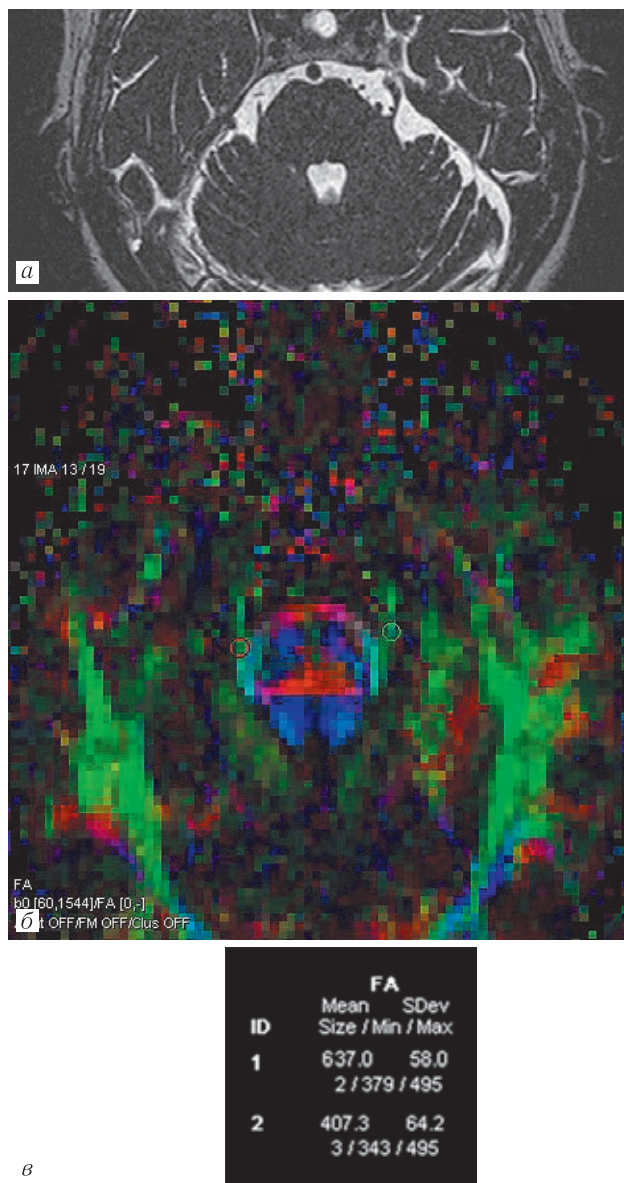


Рис. 6. 3d CISS изображение (а) и карта фракционной анизотропии, совмещенная с тонкосрезовой анатомической моделью на основе Т1-изображений (б, в)

на 10 пациентах с ТН. В данном исследовании отмечено снижение коэффициента ФА на стороне боли по сравнению со асимптомной стороной. В этом исследовании нейроваскулярная компрессия была выявлена у 8 из 10 пациентов; у двух же с выраженной симптоматикой она отсутствовала. Этой группой исследователей была выдвинута гипотеза о возможности оценки микроструктурных изменений в волокнах нервов.

Используя томограф с напряженностью поля 3 Тл Fujiwara и соавт. [15] подтвердили эту гипотезу на 13 пациентах при контрольной группе из 14 здоровых добровольцев. Группа исследователей показала, что у пациентов с тригеминальной невралгией разница ФА тройничных нервов между здоровой и больной сторонами является значимой, также отличаясь от показателей здоровых обследуемых. Следует отметить, что во всех перечисленных исследованиях использовались малые выборки пациен-

тов, в нашем исследовании на более широкой выборке полученные результаты подтверждают гипотезы, выдвинутые предыдущими авторами.

Результаты исследования показывают, что структурные нарушения, вероятно, в виде демиелинизации корешка тройничного нерва (вследствие компрессии сосудом или по другим причинам), могут являться одной из важнейших причин для появления боли. Важность использования диффузионно-тензорной визуализации у больных с компрессией тройничного нерва, сопровождающейся клинической симптоматикой, обусловлена выбором лечебной тактики для таких пациентов.

В нашем исследовании также была отмечена связь изменений ФА со степенью компрессии. Это позволяет предположить, что исследование ДТИ может быть маркером для оценки степени выраженности компрессии [16].

Рутинные методы МР-визуализации даже высокого разрешения, такие как FIESTA, CISS, T2 B_FFE, не позволяют получить полную картину функциональной перестройки в волокнах нерва, демонстрируя только анатомические соотношения нерва и сосуда. В то же время нередко можно наблюдать случаи невралгии при минимальной компрессии нерва небольшими в диаметре сосудами либо отсутствие симптоматики при контакте с относительно крупным сосудистым стволом [13, 17–20].

Таким образом, сочетание диффузионно-тензорных изображений с анатомической картиной дает более полное представление о состоянии тройничного нерва при тригеминальной невралгии, а снижение показателей ФА является индикатором микроструктурных изменений.

Высокоразрешающая диффузионно-тензорная визуализация — полезный инструмент в оценке структурных изменений интракраниальной части тройничного нерва при ТН, вызванной компрессией сосуда. Проведение диффузионно-тензорной визуализации ограничено техническими возможностями МР-томографов и наличием у них соответствующих возможностей для ее получения, что является

ограничением в его использовании. Другим ограничением является время проведения исследования, требующее неподвижного положения пациента в течение нескольких десятков минут. Однако получаемую при этом информацию сложно переоценить при уточнении показаний к микровазкулярной декомпрессии КТН.

Учитывая результаты исследования можно сделать заключение, что ДТИ позволяет диагностировать нарушение функции КТН. Изменение ФА в сторону снижения показателей указывает на снижение упорядоченности диффузии воды в аксонах нервного корешка. Применение диффузионно-тензорной визуализации с оценкой фракционной анизотропии в тройничном нерве позволяет оценить наличие микроструктурных изменений в КТН, оценить влияние компрессии на структуру нерва, что, вероятно, является причиной развития болевого синдрома.

Выводы.

1. Выявлено статистически значимое различие показателей ФА больной и здоровой сторон у пациентов с ТН, которая обусловлена нейроваскулярным конфликтом. Данные результаты позволяют говорить о наличии микроструктурных изменений в нерве при наличии сосудистой компрессии.

2. Предыдущие вмешательства на КТН и/или гассеровом узле сопровождаются более значимым снижением ФА на стороне операции по сравнению с деструкциями, проведенными на периферических отделах ТН.

3. Предположительно наличие артериальной компрессии вызывает большее снижение ФА за счет большей силы пульсации сосуда.

4. В работе показана зависимость между степенью компрессии нерва и ФА больной стороны: значительная компрессия и образование экскавации на КТН сопровождается большим снижением показателей ФА, чем в случае прилегания сосуда к КТН.

5. Применение ДТИ может помочь при выборе тактики лечения, позволяя связать изменения в нерве с сосудистой компрессией и степенью ее выраженности.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Hagmann P., Jonasson L., Maeder P. et al. Understanding diffusion MR imaging techniques: from scalar diffusion-weighted imaging to diffusion tensor imaging and beyond. *RadioGraphics*, 2006, Vol. 26 (suppl. 1), pp. 205–223.
2. Mori S., Zhang J. Principles of diffusion tensor imaging and its applications to basic neuroscience research. *Neuron*, 2006, Vol. 51, pp. 527–539.
3. Mukherjee P., Chung S.W., Berman J.I. et al. Diffusion tensor MR imaging and fiber tractography: technical considerations. *AJNR*, 2008, Vol. 29, p. 843–852.
4. Mukherjee P., Berman J.I., Chung S.W. et al. Diffusion tensor MR imaging and fiber tractography: theoretic underpinnings. *AJNR*, 2008, Vol. 29, pp. 632–641.
5. Jannetta P.J. Treatment of trigeminal neuralgia by microoperative decompression. *Neurological surgery. Philadelphia: Saunders*, 1982, Vol. 6, pp. 3589–3603.
6. Best C., Gawehn J., Krämer H. et al. MRI and neurophysiology in vestibular paroxysmia: contradiction and correlation. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 2013, Vol. 84, pp. 1349–1356.
7. Devor M., Gorvin-Lippmann R., Rappaport H. Mechanism of trigeminal neuralgia: an ultrastructural analysis of trigeminal root specimens obtained during microvascular decompression surgery. *J. of Neurosurgery*, 2002, Vol. 96, pp. 532–543.
8. Riesenburger R.I., Hwang S.W., Schirmer C.M. et al. Outcomes following single-treatment gamma knife surgery for trigeminal

- neuralgia with a minimum 3-year follow-up. *J. Neurosurg.* 2009. Vol. 112, pp. 766–771.
9. Lee J.Y., Chen H.I., Urban C. et al. Development of and psychometric testing for the Brief Pain Inventory-Facial in patients with facial pain syndromes. *J. Neurosurg.* 2010. Vol. 113, pp. 516–523.
 10. Sindou M., Howedy T., Acevedo G. Anatomical observations during microvascular decompression for idiopathic trigeminal neuralgia (with correlations between topography of pain and site of the neurovascular conflict). Prospective study in a series of 579 patients. *Acta Neurochir.* 2002, Vol. 144. P. 112.
 11. R: A language and environment for statistical computing [Электронный ресурс]. *R Foundation for Statistical Computing.* Vienna Austria, 2017. URL: <https://www.R-project.org>
 12. Bahgat D., Ray D.K., Raslan A.M. et al. Trigeminal neuralgia in young adults. *J. Neurosurg.* 2011, Vol. 114, pp. 1306–1311.
 13. Herweh C.M., Kress B.P., Rasche D.L. et al. Loss of anisotropy in trigeminal neuralgia revealed by diffusion tensor imaging. *Neurology*, 2007, Vol. 68. pp. 776–778.
 14. Lutz J., Linn J., Mehrkens J.H. et al. Trigeminal neuralgia due to neurovascular compression: high-spatial-resolution diffusion-tensor imaging reveals microstructural neural changes. *Radiology*, 2011, Vol. 258, pp. 524–530.
 15. Fujiwara S., Sasaki M., Wada T. et al. High-resolution diffusion tensor imaging for the detection of diffusion abnormalities in the trigeminal nerves of patients with trigeminal neuralgia caused by neurovascular compression. *J. Neuroimaging*, 2011, Vol. 21, pp. 102–108.
 16. Liu Y., Li J., Butzkueven H. et al. Microstructural abnormalities in the trigeminal nerves of patients with trigeminal neuralgia revealed by multiple diffusion metrics. *European journal of radiology*, 2013, Vol. 82, pp. 783–786.
 17. Yoshino N., Akimoto H., Yamada I. et al. Trigeminal neuralgia: evaluation of neuralgic manifestation and site of neurovascular compression with 3D CISS MR imaging and MR angiography. *Radiology*, 2003, Vol. 228, pp. 539–545.
 18. Kress B., Schindler M., Rasche D. et al. Trigeminal neuralgia: how often are trigeminal nerve-vessel contacts found by MRI in normal volunteers, *Rofo*, 2006, Vol. 178, pp. 313–315.
 19. Hilton D.A., Love S., Gradidge T. et al. Pathological findings associated with trigeminal neuralgia caused by vascular compression. *Neurosurgery*, 1994, Vol. 35, pp. 299–303.
 20. Сажина И. В. Возможности магнитно-резонансной томографии в визуализации черепных нервов в норме и при патологических процессах, Лучевая диагностика и терапия, 2011. Т. 2, № 1. С 78–86. [Sazhina I.V. MRI potential for imaging of cranial nerves in health and disease, *Lucevaa diagnostika i terapia*, 2011, Vol. 2, No. 1, pp. 78–86. (In Russ.)].

Поступила в редакцию: 17.08.2017 г.

Контакт: Амелин Михаил Евгеньевич, amelin81@gmail.com

Сведения об авторах:

Рзаев Джамиль Афетович — кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, главный врач ФГБУ Федеральный центр нейрохирургии Министерства здравоохранения РФ; 630087, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 132/1; e-mail: d_rzaev@neurogorsk.ru; доцент кафедры нейронаук Института медицины и психологии Новосибирского государственного университета;

Амелин Михаил Евгеньевич — кандидат медицинских наук, рентгенолог, заведующий отделением лучевой диагностики ФГБУ Федеральный центр нейрохирургии Министерства здравоохранения РФ; 630087, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 132/1; ассистент кафедры фундаментальной медицины Новосибирского государственного университета, e-mail: m_amelin@neurogorsk.ru;

Мойсак Галина Ивановна — кандидат медицинских наук, врач-невролог ФГБУ Федеральный центр нейрохирургии Министерства здравоохранения РФ; 630087, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 132/1; старший преподаватель кафедры фундаментальной медицины Новосибирского государственного университета; e-mail: g_moysak@neurogorsk.ru;

Амелина Евгения Валерьевна — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт вычислительных технологий СО РАН, инженер-программист ФГБУ Федеральный центр нейрохирургии Министерства здравоохранения РФ; 630087, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 132/1; e-mail: amelina.evgenia@gmail.com;

Десятьрева Лиана Олеговна — студент V курса медико-профилактического факультета Новосибирского государственного медицинского университета Минздрава России; 630099, г. Новосибирск, ул. Красный проспект, д. 52.



Конференция МРО РОПР «Мышечно-скелетная радиология» 8–9 декабря, Москва ТЕХНОПОЛИС КОНГРЕСС & ЭКСПО, В 42/5

Заключительная научно-практическая конференция МРО РОПР, на которой будут подведены итоги года по основным вопросам лучевой диагностики.

В рамках мероприятия участников ждет выступление В.Е.Синицына — президента РОПР и С.П.Морозова — главного внештатного специалиста по лучевой диагностике ДЗМ, президента МРО РОПР.

Конференция МРО РОПР — это междисциплинарная площадка для налаживания живой коммуникации внутри сообщества, к которой мы готовились целый год.

Целевая аудитория: врачи-рентгенологи, врачи УЗ-диагностики, ординаторы кафедр лучевой диагностики, рентгенолаборанты и окружающие специалисты.

Более подробная информация на сайте: <https://mrororr.ru/>